

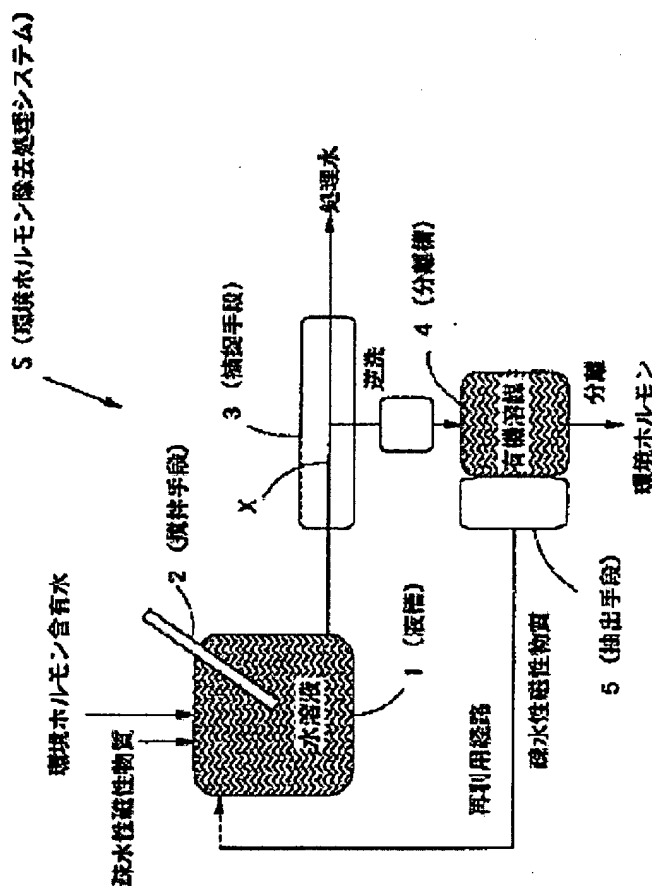
**SYSTEM FOR REMOVING ENVIRONMENTAL HORMONE**

**Patent number:** JP2003001243  
**Publication date:** 2003-01-07  
**Inventor:** OBARA KENJI; WADA HITOSHI; OKADA HIDEHIKO; MIHASHI KAZUNARI  
**Applicant:** JAPAN SCIENCE & TECH CORP.; NAT INST FOR MATERIALS SCIENCE  
**Classification:**  
- **international:** C02F1/28; B01D35/06; B03C1/00; B03C1/02  
- **european:**  
**Application number:** JP20010168727 20010604  
**Priority number(s):** JP20010168727 20010604

Report a data error here

**Abstract of JP2003001243**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a capturing material for removing environmental hormone excellent in treatment efficiency, capable of capturing environmental hormone in large quantities and reusable for capturing environmental hormone after separating captured environmental hormone. **SOLUTION:** The system for removing environmental hormone has a liquid tank 1 containing hydrophobic magnetic particles having hydrophobic groups on the surfaces, in which an aqueous solution containing environmental hormone is poured, a stirring means 2 to stir the liquid mixture in the liquid tank 1 in such a way that the environmental hormone can be adsorbed on the hydrophobic magnetic particles, a capturing means 3 to capture the hydrophobic magnetic particles with the adsorbed environmental hormone from the liquid mixture, a separation tank 4 containing an organic solvent in which the environmental hormone is separated from the captured hydrophobia magnetic particles with the adsorbed environmental hormone and an extracting means 5 to extract the hydrophobic magnetic particles separated in the separation tank 4.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)		
C 0 2 F	1/28	C 0 2 F	1/28	Λ	4 D 0 2 4
B 0 1 D	35/06	B 0 3 C	1/00	Λ	
B 0 3 C	1/00		1/02	Z	
	1/02	B 0 1 D	35/06	Λ	

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-168727(P2001-168727)

(22) 出願日 平成13年6月4日(2001.6.4)

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(71) 出願人 301023238

独立行政法人物質・材料研究機構

茨城県つくば市千現一丁目2番1号

(72) 発明者 小原 健司

茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立

行政法人物質・材料研究機構内

(74) 代理人 100093148

弁理士 丸岡 裕作

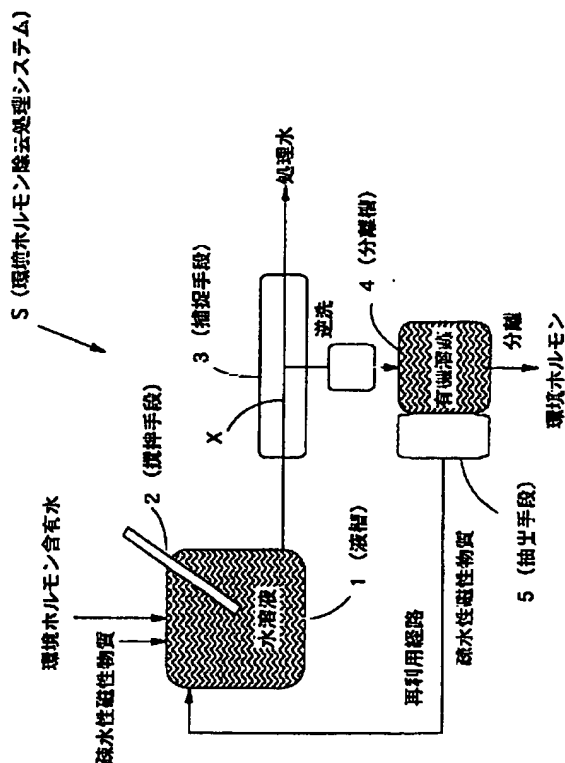
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 環境ホルモン除去処理システム

(57) 【要約】

【課題】 環境ホルモンを除去するための捕捉材の処理効率に優れ、環境ホルモンの大量捕捉が可能であり、環境ホルモンを分離して環境ホルモンの捕捉に再利用させることを図る。

【解決手段】 環境ホルモンを含む水溶液が入られるとともに表面に疎水性基を備えた疎水性磁性粒子が入れた液槽1と、液槽1中の混合液を環境ホルモンと疎水性磁性粒子とが吸着可能に攪拌する攪拌手段2と、混合液から環境ホルモンが吸着した疎水性磁性粒子を捕捉する捕捉手段3と、捕捉され環境ホルモンが吸着した疎水性磁性粒子から環境ホルモンを分離する有機溶液の分離槽4と、分離槽4で分離した疎水性磁性粒子を抽出する抽出手段5とを備えた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 疎水性の環境ホルモンを含む水溶液から当該環境ホルモンを除去する環境ホルモン除去処理システムにおいて、

上記環境ホルモンを含む水溶液が入れられるとともに表面に疎水性基を備えた疎水性磁性粒子が入れられた液槽と、該液槽中の混合液を上記環境ホルモンと上記疎水性磁性粒子とが吸着可能に攪拌する攪拌手段と、

上記混合液から上記環境ホルモンが吸着した疎水性磁性粒子を捕捉する捕捉手段と、

上記捕捉され上記環境ホルモンが吸着した疎水性磁性粒子から該環境ホルモンを分離する有機溶媒の分離槽と、上記分離槽で分離した疎水性磁性粒子を抽出する抽出手段とを備えて構成されることを特徴とする環境ホルモン除去処理システム。

【請求項2】 上記捕捉手段を、磁化装置と該磁化装置で磁化されることにより上記疎水性磁性粒子を捕捉する磁気フィルタとを備えて構成したことを特徴とする請求項1記載の環境ホルモン除去処理システム。

【請求項3】 上記抽出手段を、上記分離槽にて分離した疎水性磁性粒子を磁氣的に抽出する磁気抽出部を備えて構成したことを特徴とする請求項1または2記載の環境ホルモン除去処理システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、外界に存在する環境ホルモンを捕捉して分離する環境ホルモン除去処理システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、水中に含まれている環境ホルモンは、次の様にして水中から除去されている。例えば、特開2000-135435号公報（従来例1）には、環境ホルモンの吸着除去に捕捉材を用いて環境ホルモンを水中から除去する技術が示されている。ここで用いる捕捉材は、環境ホルモン例えばエストロゲン化合物及びエストロゲン様物質の特定部位に吸着する鑄型構造を与えた高分子粒子から成る。この捕捉材をカラムに充填し、カラムにエストロゲン化合物含有水を通液させることによりエストロゲン化合物を捕捉材に吸着させ、その後、カラムを洗浄してエストロゲン化合物が吸着した捕捉材を廃棄していた。また、特開2000-140834号公報（従来例2）には、水中に微量に含まれる環境ホルモンを吸着除去する技術が示されている。環境ホルモンを含有する水（環境ホルモン含有水）を活性炭からなる捕捉材と接触させることにより、環境ホルモンを捕捉材に吸着して水中から除去するものである。この場合、環境ホルモン含有水に活性炭を添加して混濁させ、環境ホルモンを活性炭が有する孔にて吸着させている。その後、活性炭と処理水とを分離することができる分離膜等を用いて活性炭を回収して廃棄している。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来例1の場合には、環境ホルモン含有水から環境ホルモンを除去するためには、捕捉材をカラムに充填し、その後カラム内を洗浄しなければならないので捕捉材の処理効率が悪いという問題がある。また、従来例1では、一旦捕捉した環境ホルモンを高分子粒子から分離させることなく環境ホルモンを捕捉した高分子粒子を廃棄処分するものなのでその分無駄が生じているという問題がある。更に、高分子粒子が充填されたカラムの物理的な大きさには限界があり、大量の環境ホルモンを一時に捕捉させることは困難でこの点でも処理効率が悪いという問題がある。また、従来例2の場合は、環境ホルモン含有水から環境ホルモンを除去するためには、分離膜等を用いて活性炭を回収して廃棄しなければならない、環境ホルモンを除去するための活性炭の処理効率が悪いという問題がある。また、一旦吸着させた環境ホルモンを活性炭から分離させることなく、環境ホルモンを捕捉した活性炭を廃棄処分するので、環境ホルモンを吸着させる度に、新たな活性炭を使用しなければならないことからその分無駄が生じているという問題がある。

【0004】本発明は、このような問題点を鑑みてなされたもので、環境ホルモンを除去するための捕捉材の処理効率に優れ、環境ホルモンの大量捕捉が可能であり、ホルモンを分離して環境ホルモンの捕捉に再利用させることのできる環境ホルモン除去処理システムを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するための本発明の技術的手段は、疎水性の環境ホルモンを含む水溶液から当該環境ホルモンを除去する環境ホルモン除去処理システムにおいて、上記環境ホルモンを含む水溶液が入れられるとともに表面に疎水性基を備えた疎水性磁性粒子が入れられた液槽と、該液槽中の混合液を上記環境ホルモンと上記疎水性磁性粒子とが吸着可能に攪拌する攪拌手段と、上記混合液から上記環境ホルモンが吸着した疎水性磁性粒子を捕捉する捕捉手段と、上記捕捉され上記環境ホルモンが吸着した疎水性磁性粒子から該環境ホルモンを分離する有機溶媒の分離槽と、上記分離槽で分離した疎水性磁性粒子を抽出する抽出手段とを備えた構成とした。液槽にて環境ホルモンと疎水性磁性粒子とが水中で攪拌されると、疎水性相互作用により環境ホルモンと疎水性磁性粒子とが吸着する。疎水性磁性粒子は単に、環境ホルモン含有水溶液に加えて混合するだけで環境ホルモンと吸着する。疎水性磁性粒子は、単位体積当たりの表面積が非常に大きいので環境ホルモンの捕捉も十分に一時に行なうことができる。環境ホルモンが吸着した疎水性磁性粒子は、捕捉手段にて磁氣的に捕捉される。捕捉された疎水性磁性粒子は、分離槽に入れられて環境ホルモンが吸着している疎水性磁性

粒子からは環境ホルモンが分離される。環境ホルモンが分離して分離槽に遊離している疎水性磁性粒子は洗浄や分離膜を用いることなく容易に抽出手段で抽出されるので処理効率が良く、再利用可能になる。

【0006】また、必要に応じ、上記捕捉手段を、磁化装置と該磁化装置で磁化されることにより上記疎水性磁性粒子を捕捉する磁気フィルタとを備えた構成とした。疎水性磁性粒子は、磁化された磁気フィルタに付着する。付着した疎水性磁性粒子は、磁気フィルタを消磁化し水等で磁気フィルタを洗浄する逆洗にて磁気フィルタから回収される。磁気フィルタは、消耗材が不要で何度でも再利用可能であり疎水性磁性粒子の捕捉処理効率を向上させている。更に、必要に応じ、上記抽出手段を、上記分離槽にて分離した疎水性磁性粒子を磁氣的に抽出する磁気抽出部を備えた構成とした。分離槽で環境ホルモンが分離した疎水性磁性粒子は、磁気抽出部にて磁石等で磁氣的に抽出される。疎水性磁性粒子を簡易な方法で抽出して、再度環境ホルモンの捕捉に用いることができる。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に基づいて本発明の実施の形態に係る環境ホルモン除去処理システムを説明する。図1乃至図3に示す実施の形態に係る環境ホルモン除去処理システムSにおいて、環境ホルモンHを除去するための捕捉材として用いる疎水性磁性粒子Pについて説明する。疎水性磁性粒子Pは、磁性粒子Mの表面に疎水性基Wを備えたものであり、粒径10nm以上、飽和磁化が0.03T(テスラ)以上、比抵抗が $1 \times 10^{-9} \Omega \text{cm}$ 以上、ペレット成形時の水滴の接触角が100度以上であるものが好ましい。磁性粒子Mは、磁性金属微粒子、磁性金属酸化物微粒子または砂鉄のうち少なくとも1つを用いた。また、磁性粒子Mは、粒径10nm~100nmであることが好ましい。粒径10nm~100nmの場合には、磁氣的に吸着させ易く、疎水性相互作用に関わる単位表面積が増加する。

【0008】磁性金属微粒子としては、Fe, Ni, Co, Gd, Fe-Ni合金, Fe-Pt合金, Fe-Pd合金, Fe-Ni-Mn合金, Fe-Co-Cr合金, Mn-Al合金, Mn-Zn合金, Mn-Ga合金, Mn-Cu-Al合金,  $\text{Fe}_4\text{N}$ ,  $\text{Mn}_3\text{CuN}$ ,  $\text{Fe}_3\text{NiN}$ ,  $\text{Fe}_3\text{PtN}$ ,  $\text{Fe}_2\text{N}_{0.75}$ ,  $\text{Fe}_2\text{N}$ ,  $\text{Fe}_2\text{N}$ ,  $\text{Ni}_3\text{N}_{1.10}$ ,  $\text{CdCr}_2\text{S}_4$ ,  $\text{CdCr}_2\text{Se}$ ,  $\text{Ag}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{Cr}_2\text{Se}_4$ ,  $\text{HgCr}_2\text{S}_4$ ,  $\text{CuCr}_2\text{Se}_3\text{Br}$ ,  $\text{Cu}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{Cr}_2\text{Se}_4$ ,  $\text{EuB}_6$ ,  $\text{Eu}_3\text{P}_3$ ,  $\text{Eu}_3\text{As}_2$ ,  $\text{MnAs}$ ,  $\text{MnSb}$ ,  $\text{MnBi}$ ,  $\text{CrTe}_4$ ,  $\text{NiMnSb}$ ,  $\text{PbMnSb}$ 等が挙げられる。磁性金属酸化物微粒子としては、 $\alpha$ -ヘマタイト,  $\gamma$ -ヘマタイト, マグネタイト,  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{MgFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{ZuFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{LiFe}_5\text{O}$

$8$ ,  $\text{Li}_{0.5}\text{Fe}_{2.5}\text{O}_4$ , Fe-Coフェライト, Sm-Coフェライト, Mn-Feフェライト, Mn-Zn-Feフェライト, Mn-Mg-Feフェライト, Ni-Zu-Feフェライト, Li-Zu-Feフェライト,  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ - $\text{MnCr}_2\text{O}_4$ 系,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ - $\text{FeCr}_2$ 系,  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ - $\text{NiCr}_2\text{O}_4$ 系,  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$ - $\text{CuCr}_2\text{O}_4$ 系,  $\text{Li}_{0.5}\text{Fe}_{2.5}$ - $\text{Li}_{0.5}\text{Cr}_{2.5}\text{O}_4$ 系, マンガナイト,  $\text{CaFe}_4\text{O}_7$ ,  $\text{Ti}_2\text{O}_3$ , コランダム型磁性体, イルメナイト型磁性体, Mn-Cr-Sb系,  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}$ , ハイドロキシアパタイトセラミック, フルオロアパタイトセラミック等が挙げられる。これら磁性金属微粒子, 磁性金属酸化物微粒子は、強磁性体であることが好ましく、特にフェライト化法により合成したマグネタイトがより好ましい。磁氣的に吸着され易くなり、画一化した製法により容易に得ることができるからである。

【0009】疎水性基Wは、例えば、図5に示すように、炭素数3~30の直鎖アルキル基(図5(1)), 炭素数3~30の芳香族炭化水素基, フェニル基, アルキルフェニル基(図5(2)), アゾベンゼン基, アルキルアゾベンゼン基(図5(3)), シアノ基, シクロデキストリン誘導体基, フラーレン誘導体基のうち少なくとも1つである。

【0010】疎水性基Wは、炭素数3~30の直鎖アルキル基, 炭素数3~30の芳香族炭化水素基, フェニル基, アルキルフェニル基, アゾベンゼン基, アルキルアゾベンゼン基, シアノ基, シクロデキストリン誘導体基, フラーレン誘導体基のうち少なくとも1つからなるシランカップリング剤(例えば、図6参照), チタンカップリング剤またはジルコニウムカップリング剤を使用して磁性粒子Mの表面に化学吸着させた官能基である。カップリング剤は、物質に物質本来の性質と異なる性質を付与するための試薬であり、磁性粒子Mの表面に本来備わらない疎水性を付与する。具体的には、n-オクタデシルトリクロロシラン, n-オクタデシルジクロロシラン, n-オクタデシルジメトキシクロロシラン, n-オクチルジクロロメトキシシラン, n-オクチルジメトキシクロロシラン, n-オクチルトリメトキシシラン, n-オクチルトリエトキシシラン, n-オクチルジエトキシクロロシラン, n-オクチルジクロロエトキシシラン, n-ブチルトリクロロシラン, n-ブチルジクロロメトキシシラン, n-ブチルジメトキシクロロシラン, n-ブチルジエトキシクロロシラン, tert-ブチルトリクロロシラン, tert-ブチルジクロロメトキシシラン, tert-ブチルジメトキシクロロシラン, tert-ブチルジエトキシクロロシラン, n-トリアコンチルトリクロロシラン, n-トリアコンチルジクロロメトキシシラン, n-トリアコンチルトリクロロメトキシシラン, n-トリアコンチルジメチルクロロシラン, フェニルト

リクロロシラン、ジフェニルジクロロシラン、トリフェニルクロロシラン、フェニルトリエトキシシラン、ジフェニルジエトキシシラン、トリフェニルエトキシシラン、*n*-オクタデシルジフェニルクロロシラン、*n*-オクチルジフェニルクロロシラン、*n*-ブチルジフェニルクロロシラン、*n*-オクタデシルジフェニルメトキシシラン、*n*-オクチルジフェニルメトキシシラン、*n*-ブチルジフェニルメトキシシラン、シアノプロピルトリエトキシシラン、*n*-(3-トリエトキシプロピル)-4-フェニルアゾベンアミド、4-オクチル-4'-ジクロロメチルシリルプロピル-アゾベンゼン、ジメチルクロロシリルフラレン等が挙げられる。

【0011】次に、この環境ホルモン除去処理システムSが除去する環境ホルモンHの例を挙げる。環境ホルモンHは、疎水性の環境ホルモンHである。環境ホルモンHとしては、67物質として、アラクロール、アルジカルブ、アルドリノ、アミトローソ、アトラジン、ベノミル、ベンゾフェノン、ベンゾピレン、フタル酸ブチルベンジル、ビスフェノールA、*n*-ブチルベンゼン、カルバリン、クロルデン、シベルメトリン、2, 4-D、D BCP、DDT、DDT代謝物、フタル酸*n*-ジブチル、2, 4-ジクロロフェノール、フタル酸ジシクロヘキシル、ティルドリン、アジピン酸ジエチルヘキシル、フタル酸ジエチルヘキシル、フタル酸ジエチル、フタル酸ジヘキシル、フタル酸ジペンチル、フタル酸ジプロピル、エンドリン、エンドスルファン、エスファンバレート、フェンバレート、ヘキサクロロベンゼン、 $\beta$ - $\alpha$ -HCH、ヘプタクロル、ヘプタクロロエポキシイド、ケルセン、ケボン、マラチオン、マンコゼブ、マンネブ、メソミル、メトキシクロル、メチラム、メトリブジン、マイレックス、ニトロフェン、4-ニトロトルエン、*trans*-ノナクロル、オクタクロロスチレン、オキシクリルデン、ポリ臭化ビフェニル、ポリ塩化ビフェニル、ダイオキシン類、ペンタクロロフェノール、オクチルフェノール(ノニルフェノール)、ペルメトリン、シマジン、スチレン2量体(スチレン3量体)、トキサフェン、トリブチルスズその1(トリブチルスズその2)、トリフルラリン、トリフェニルスズ、2, 4, 5-T、ピンクロゾリン、ジネブ、ジラム等が挙げられるがこれらに限定されるものではない。

【0012】図1に戻り、本発明の実施の形態に係る環境ホルモン除去処理システムSは、環境ホルモンHを含む水溶液(環境ホルモン含有水)が入れられるとともに表面に疎水性基Wを備えた疎水性磁性粒子Pが入れられた液槽1と、液槽1中の混合液を環境ホルモンHと疎水性磁性粒子Pとが吸着可能に攪拌する攪拌手段2と、混合液から環境ホルモンHが吸着した疎水性磁性粒子Pを捕捉する捕捉手段3と、捕捉され環境ホルモンHが吸着した疎水性磁性粒子Pから環境ホルモンHを分離する有機溶媒が入れられた分離槽4と、分離槽4で分離した疎

水性磁性粒子Pを抽出する抽出手段5とを備えた構成にした。液槽1は、例えば環境ホルモンHの水溶液が収容される容器であればよく、特に限定されるものではない。攪拌手段2は、特に限定されることなく環境ホルモンHと疎水性磁性粒子Pを十分に混合することができるものであればよい。攪拌手段2には、液槽1内の水溶液を混合させることができる棒状体を用いることができる。

【0013】捕捉手段3は、図2に示すように、液槽1と分離槽4との間の流路Xに設けられ、磁化装置6と磁化装置6で磁化されることにより疎水性磁性粒子Pを捕捉する磁気フィルタ7とを備えている。磁化装置6は超電導マグネットであり流路X内部に設けられた磁気フィルタ7の部分の流路X外部を覆うように設置している。磁気フィルタ7は、磁性細線Lからなる多層メッシュで形成され磁化装置6により生じた磁場により生じる磁力線に対して磁性細線Lが直角になるように配置される

(図2(2)参照)。従って、磁化の際に磁性細線Lの表面近傍に磁気勾配が生じる。磁性細線Lは、付着する磁化物質の物理量に応じて付着し易い大きさ(直径)であればよい。磁性細線Lの材質としては、磁化されるものであればよいが必要に応じて消磁化できる軟磁性材料の強磁性体が好ましい。捕捉手段3では、捕捉した疎水性磁性粒子Pを回収する逆洗処理も行なう。逆洗処理では、疎水性磁性粒子Pが付着した磁気フィルタ7を消磁化して水で洗浄して磁気フィルタ7に付着した疎水性磁性粒子Pを除去している。分離槽4は、環境ホルモンHが吸着した疎水性磁性粒子Pから環境ホルモンHを分離することができる有機溶媒が入れられる容器であればよい。有機溶媒としては、アセトニトリル、メチルアルコール、エチルアルコール、アセトン等が挙げられる。抽出手段5は、分離槽4にて分離した疎水性磁性粒子Pを磁気的に抽出する磁気抽出部を備えて構成した。磁気抽出部は、分離槽4に接続し超伝導マグネットを用いて固液分離を行ない疎水性磁性粒子Pを吸着するようにしている。

【0014】したがって、本発明の環境ホルモン除去処理システムSによれば、図3に示す処理工程に従って、疎水性磁性粒子Pを用いて環境ホルモンHを除去することができ、かつ用いた疎水性磁性粒子Pを再利用可能にする。

(投入工程) 微量の環境ホルモンHを溶解する水溶液の入った液槽1に疎水性磁性粒子Pを投入する。

(吸着工程) 液槽1内の攪拌を行なう。攪拌を行なうことにより環境ホルモンHと疎水性磁性粒子Pとは疎水性であることから水中にて凝集し易くなり疎水性相互作用により吸着する。図5に示すように、疎水性磁性粒子Pの表面にカップリング剤により化学吸着している疎水性基W(例えば、オクタデシル基)には、環境ホルモンH(例えば、ダイオキシン、ビスフェノールA)が吸着す

ホルモンと疎水性磁性粒子とが吸着可能に攪拌する攪拌手段と、混合液から環境ホルモンが吸着した疎水性磁性粒子を捕捉する捕捉手段と、捕捉され環境ホルモンが吸着した疎水性磁性粒子から該環境ホルモンを分離する有機溶媒の分離槽と、分離槽で分離した疎水性磁性粒子を抽出する抽出手段とを備えた構成としたので、疎水性磁性粒子は単に、環境ホルモン水溶液に加えて混合するだけで環境ホルモンと吸着させることができる。疎水性磁性粒子は、単位体積当たりの表面積が非常に大きいので環境ホルモンの捕捉も十分に一時に行なうことができる。また、疎水性磁性粒子は洗浄や分離膜を必要とせず容易に抽出手段で抽出されて再利用可能になるので処理効率を向上させることができる。また、捕捉手段を、磁化装置と該磁化装置で磁化されることにより疎水性磁性粒子を捕捉する磁気フィルタとを備えた場合には、疎水性磁性粒子の捕捉処理効率を向上させることができる。更に、抽出手段を、分離槽にて分離した疎水性磁性粒子を磁氣的に抽出する磁気抽出部を備えた場合には、疎水性磁性粒子を簡易な方法で抽出して、再度環境ホルモンの捕捉に用いることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る環境ホルモン除去処理システムの図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る環境ホルモン除去処理システムの捕捉手段を示し、(1)は捕捉手段の構成

を示す図であり、(2)は磁気フィルタを示す図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る環境ホルモン除去処理システムの処理工程を示す図である。

【図4】本発明の実施の形態に係る環境ホルモン除去処理システムにおける環境ホルモンの捕捉状態を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態に係る環境ホルモン除去処理システムで用いる疎水性磁性粒子の疎水性基を示す図である。

【図6】本発明の実施例における疎水性磁性粒子の調製例を示す図である。

#### 【符号の説明】

S 環境ホルモン除去処理システム

M 磁性粒子

W 疎水性基

H 環境ホルモン

1 液槽

2 攪拌手段

3 捕捉手段

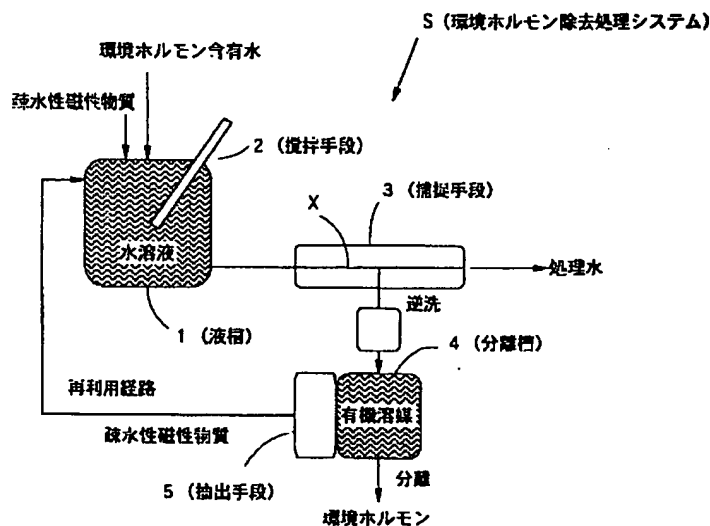
4 分離槽

5 抽出手段

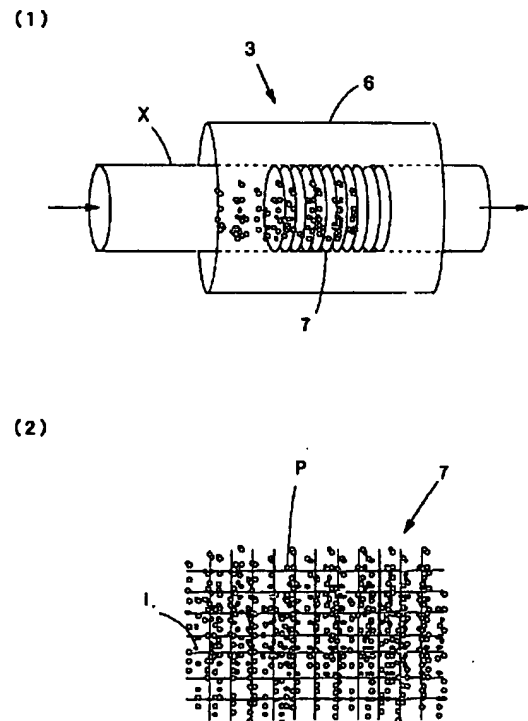
6 磁化装置

7 磁気フィルタ

【図1】



【図2】



る。疎水性磁性粒子Pと環境ホルモンHとは、疎水性相互作用により吸着が行なわれる。

(除去工程) 攪拌した液槽1内の溶液を、捕捉手段3に供給し疎水性磁性粒子Pの磁氣的捕捉を行なう。磁氣的捕捉は、磁化された磁気フィルタ7に液槽1内の溶液を供給することにより磁化されている疎水性磁性粒子Pが磁気フィルタ7に付着することにより行なわれる。磁気フィルタ7に付着した疎水性磁性粒子Pは、逆洗されて回収される。捕捉した疎水性磁性粒子Pは、洗浄したり分離膜を用いることなく回収することができるので、処理効率に優れている。

(分離工程) 回収された疎水性磁性粒子Pは、有機溶媒が入れられた分離槽4に供給され環境ホルモンHが吸着している疎水性磁性粒子Pからは環境ホルモンHが分離して有機溶媒中に遊離する。環境ホルモンHは、溶解度のより高い有機溶媒に溶けるので、有機溶媒の介在により疎水性磁性粒子Pより脱離されるためである。

(抽出工程) 分離槽4内に遊離している疎水性磁性粒子Pは、磁氣的に捕捉することで分離槽4内から回収される。回収された疎水性磁性粒子Pは、再度環境ホルモンHの捕捉に用いることができる。疎水性磁性粒子Pは、再利用できるので捕捉材の無駄が防止される。

【0015】以下、上記環境ホルモン除去処理システムSの基礎となる実験例について説明する。

(疎水性磁性粒子Pの調整) 0.5モルの硫酸鉄(II)水和物と0.5モルの硫酸鉄(III)水和物を夫々60℃の水500mlに溶解させた後混合して混合溶液にした。次いで、得られた混合溶液に6mol/m<sup>3</sup>の水酸化ナトリウムをpHが11になるまで加えた後、60℃で1時間攪拌しマグネタイトが合成された混濁液を得た。この混濁液を磁石を用いてデカンテーションした。デカンテーションは、塩分を除去するために上澄み液のpHが7になるまで繰り返した。次いで、脱水するために、上澄み液を極力取り除き60℃で1週間乾燥後更に減圧法にて24時間乾燥して、目的とするマグネタイトを得た。マグネタイトの表面処理のため、等圧滴下漏斗に脱水トルエン50mlをとり5mlのn-オクタデシルトリクロロシランを添加した。次いで、三口フラスコに乾燥済のマグネタイト5g及び5mlのトリエチルアミンを添加して窒素雰囲気下で48時間攪拌した。図6には、マグネタイトにシランカップリング剤であるn-オクタデシルトリクロロシランを処理させた場合の反応状態が示される。マグネタイトとn-オクタデシルトリクロロシランとをトリエチルアミン及び脱水トルエン中で反応させることによりn-オクタデシルトリクロロシラン化マグネタイトが得られる。得られた溶液を、遠心分離してデカンテーションにて数回トルエンで洗浄後、テトラヒドロフラン、メタノールで順次洗浄した。最後に、アセトンで洗浄後、上澄み液を極力取り除き減圧乾燥して疎水性磁性粒子Pを得た。

(疎水性磁性粒子Pの評価) 得られた疎水性磁性粒子Pを加重2500N/cm<sup>2</sup>でペレットにし、表面に水滴を滴下して疎水性の評価を行なった。ペレットへの吸収は全くなく水滴は球になって撥水性を示した。

【0016】比較するために、上記で得られたマグネタイト(表面処理を施していないもの)を用いてペレットを形成し、同様に疎水性の評価を行なうと、水滴は球にならずペレット表面にしみ込みペレット内部を通過するのみで、撥水性は認められなかった。以上から、疎水性磁性粒子Pの表面が疎水性を有していることが明らかであることを確認できた。

【0017】(環境ホルモンHの除去) ビスフェノールAを微量のアセトニトリルに溶解させ、水を加えてビスフェノールAの濃度を20ppmにした溶液を調製した。得られた溶液に上記調製したマグネタイトの疎水性磁性粒子Pを2.8g/L添加して良く攪拌し、磁石を用いてデカンテーションを行ない上澄み液を高速液体クロマトグラフィーにて定量したところビスフェノールAの濃度は2.0ppmに減少した。更に、上澄み液を一定量採り、更に同じ疎水性磁性粒子Pを3.3g/L添加し攪拌後デカンテーションにより上澄み液を高速液体クロマトグラフィーで分析した結果、ビスフェノールAは0.19ppmに減少した。

【0018】(環境ホルモンHの分離) 溶液を磁石で固液分離し、溶液上層に在る疎水性磁性粒子Pにアセトニトリルを添加して攪拌後、上澄み液を高速液体クロマトグラフィーで分析したところビスフェノールAの濃度が上昇していることがわかった。従って、ビスフェノールAが吸着している疎水性磁性粒子Pに有機溶媒であるアセトニトリルを接触させることにより、疎水性磁性粒子PからビスフェノールAが分離することがわかる。

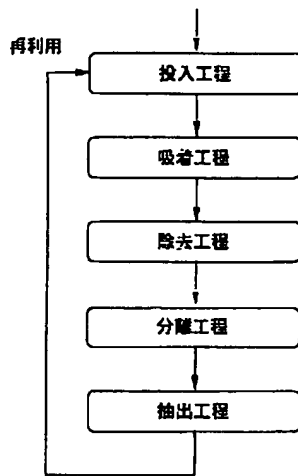
【0019】また、次の実験を行なった。マグネタイトと同様に調製した砂鉄の疎水性磁性粒子PをビスフェノールAの濃度が2.2ppmの水溶液に400g/L添加して良く攪拌し、磁石を用いてデカンテーションを行ない上澄み液を高速液体クロマトグラフィーにて定量したところビスフェノールAの濃度は1.1ppmに減少した。マグネタイトの場合と同様に、得られた疎水性磁性粒子Pをペレットにし、表面に水滴を滴下して疎水性の評価を行なった。ペレットへの吸収は全くなく水滴は球になって撥水性を示した。

【0020】尚、疎水性磁性粒子Pの捕捉対象を疎水性の環境ホルモンHとしているが、一般に疎水性相互作用により吸着可能な物質であれば疎水性磁性粒子Pを用いて捕捉することが可能である。

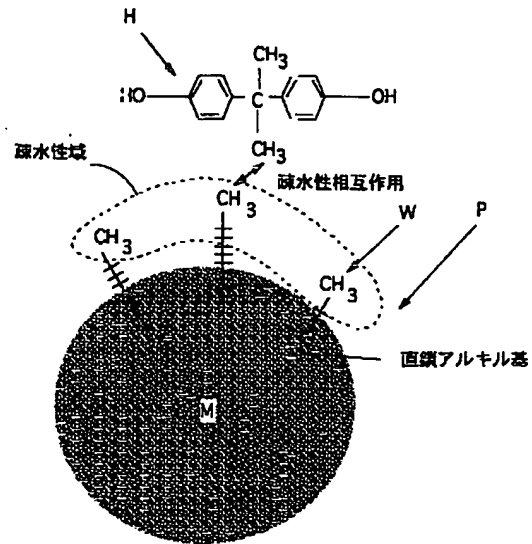
【0021】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の環境ホルモン除去処理システムによれば、環境ホルモンを含む水溶液が入れられるとともに表面に疎水性基を備えた疎水性磁性粒子が入れられた液槽と、液槽中の混合液を環境

【図3】



【図4】



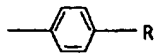
【図5】

(1) 直鎖アルキル基



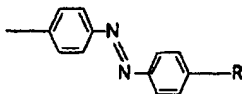
(Rは炭素数3～30の直鎖アルキル基)

(2) アルキルフェニル基



(Rは炭素数3～30の直鎖アルキル基)

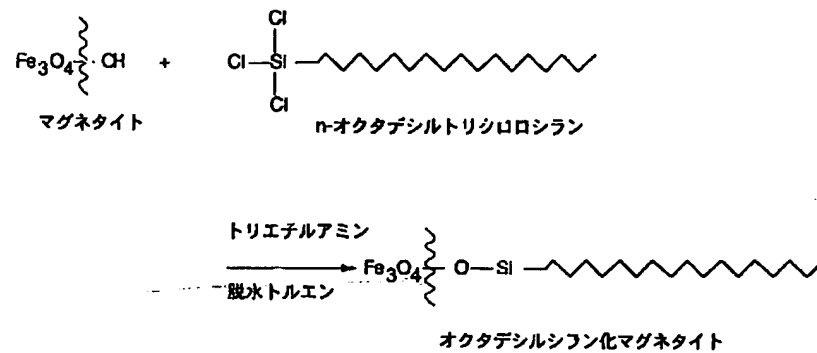
(3) アルキルアゾベンゼン基



(Rは炭素数3～30の直鎖アルキル基)



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 和田 仁  
茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立  
行政法人物質・材料研究機構内  
(72)発明者 岡田 秀彦  
岩手県盛岡市南仙北1丁目3-1-304

(72)発明者 三▲橋▼ 和成  
茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立  
行政法人物質・材料研究機構内  
Fターム(参考) 4D024 AA10 AB04 BA16 BB07 BC04  
DA07 DB11